

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-289307

(43)Date of publication of application : 05.11.1993

(51)Int.Cl.

G03F 1/08

H01L 21/027

(21)Application number : 04-092517

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO  
LTD

(22)Date of filing : 13.04.1992

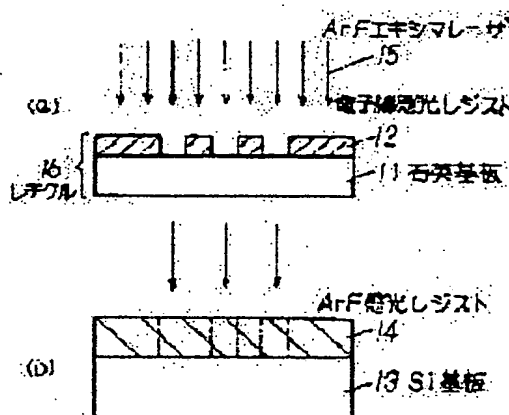
(72)Inventor : MATSUO TAKAHIRO  
ENDO MASATAKA  
YAMASHITA KAZUHIRO  
TANI YOSHIYUKI  
SASAKO MASARU

## (54) RETICLE AND ITS PRODUCTION

## (57)Abstract:

PURPOSE: To easily produce a reticle with high precision in the lithography using vacuum UV.

CONSTITUTION: An electron beam-sensitive resist 12 having almost 0% transmissivity to an ArF excimer laser (193nm) is applied on a quartz substrate 11, and a desired pattern is drawn on the resist 12 by an electron beam and developed to form a resist pattern. The resist pattern thus formed is used as a reticle in ArF excimer laser lithgraphy, and the reticle is easily produced with high precision. The reticle 16 is irradiated with an ArF excimer laser 15 to expose an ArF photosensitive resist 14 on an Si substrate 13, and a desired pattern is transferred with high contrast.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-289307

(43)公開日 平成5年(1993)11月5日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>G 0 3 F 1/08  
H 0 1 L 21/027

識別記号

A 7369-2H

7352-4M

庁内整理番号

F I

H 0 1 L 21/ 30

技術表示箇所

3 0 1 P

審査請求 未請求 請求項の数6(全 5 頁)

(21)出願番号 特願平4-92517

(22)出願日 平成4年(1992)4月13日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 松尾 隆弘

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 遠藤 政孝

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 山下 一博

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74)代理人 弁理士 小銀治 明 (外2名)

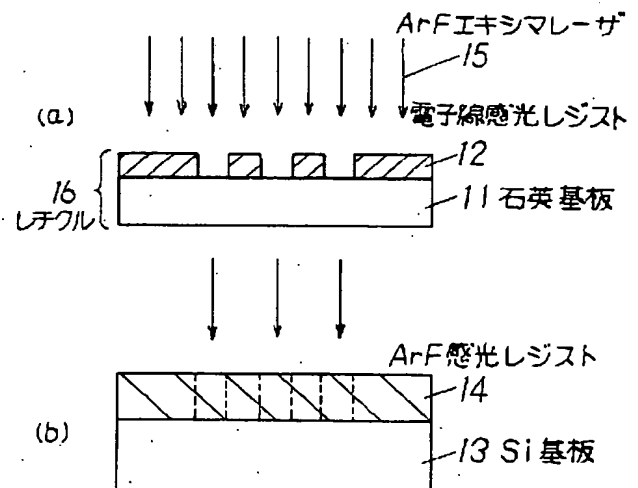
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 レチクルおよびレチクル製造方法

(57)【要約】

【目的】 真空紫外光を用いたリソグラフィにおいて、  
レチクルを簡易にかつ高精度に製造する。

【構成】 石英基板11上にArFエキシマレーザ(193nm)に対して透過率がほぼ0%の電子線感光レジスト12を塗布し、電子線感光レジスト12上に電子ビームにより所望のパターンを描画し、現像し、レジストパターンを形成した。この様にして形成したレジストパターンはArFエキシマレーザリソグラフィにおけるレチクルとして使用することができ、レチクルを簡易にかつ高精度に製造することができた。レジストをパターン形成したレチクル16上にArFエキシマレーザ15を照射して、Si基板13上のArF感光レジスト14を露光して、所望のパターンを高コントラストで転写することができた。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】ガラス基板上にレジストパターンを有する構造を備えて成ることを特徴とするレチクル。

【請求項2】前記レジストパターンは真空紫外光に対して透過しないことを特徴とする請求項1記載のレチクル。

【請求項3】ガラス基板上にレジストを塗布する工程と、前記レジストを露光する工程と、前記レジストを現像する工程とを備えて成ることを特徴とするレチクル製造方法。

【請求項4】前記レジストは真空紫外光に対して透過しないことを特徴とする請求項3記載のレチクル製造方法。

【請求項5】前記レジストを露光する工程は電子ビームにより描画することを特徴とする請求項3記載のレチクル製造方法。

【請求項6】前記レジストを現像する工程の後に、前記レジストを加熱処理する工程を加えることを特徴とする請求項3記載のレチクル製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体デバイスの微細加工のためのフォトリソグラフィ技術に関するものであり、特に、真空紫外光を光源とするフォトリソグラフィにおける、レチクルの構造とレチクルの製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】フォトリソグラフィ技術は、レチクルを用いて、ステップアンドリピートでパターンを縮小投影するためスループットが高く、かつ微細パターン形成が可能であることから、LSIの量産に不可欠な技術である。光の波長を $\lambda$ 、レンズの開口数をNAとすると、フォトリソグラフィの解像度Rは、 $R = k_1 \lambda / NA$ の関係式が成り立つ。ただし、 $k_1$ はレジスト材料、プロセスに依存する定数である。この関係式からわかるように、微細化がすすむにつれ、より短波長の光源を用いたフォトリソグラフィが必要とされている。現在、I線(365nm)、KrFエキシマレーザ(248nm)を光源にしたステップを用いて、超LSIの開発が行われている。さらに微細な超LSIを開発するためには、より短波長の光源(真空紫外領域)を用いたステップが必要不可欠となる。例えば、ArFエキシマレーザ(193nm)のステップが考えられる。一方、微細化がすすむにつれて、パターンデータ量の増加に伴うレチクル製造コストの増大、レチクルの加工精度の問題が生じてくる。

【0003】従来のレチクルの構造は、ガラス基板上の遮光部にCrの薄膜を堆積したものである。従来のレチクルの製造方法を(図5)に示す。石英基板11上にCr薄膜51を膜厚80nm堆積する。前記Cr薄膜51

上に電子線感光レジスト12を厚さ500nm塗布する(図5(a))。電子線感光レジスト12上に任意のパターンを電子ビームを用いて描画し、現像する(図5(b))。硝酸第2セリウムアンモンと過塩素酸を溶解したエッチング液を用いて、パターン形成した電子線感光レジスト12をマスクにしてCr薄膜51をエッチングする(図5(c))。O<sub>2</sub>プラズマによる等方性ドライエッチングにより、電子線感光レジスト12を除去してレチクルを形成する(図5(d))。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記のような構成では、レチクルの製造工程が、Cr薄膜堆積、電子ビームリソグラフィ、ウェットエッチング、レジスト除去と工程数が多くなるため、コストが高くなるという問題点を有していた。また、Cr薄膜のウェットエッチングの工程において、等方性エッチングの性質上、レジストパターン寸法と最終的に形成されるCrパターンとの寸法シフトが生じるため、より微細化がすすむとレチクルの加工精度が無視できなくなるという問題点を有していた。

【0005】本発明は、上記課題を解決するもので、真空紫外領域のフォトリソグラフィにおいて、工程数の少ない、高精度なレチクルの製造方法を提供することを目的としている。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、ガラス基板上にレジストパターンを有する構造を備えて成ることを特徴とするレチクルを提供するものである。特に、前記レジストパターンは真空紫外光に対して透過しないことを特徴とする上記のレチクルを提供する。さらに本発明は、ガラス基板上にレジストを塗布する工程と、前記レジストを露光する工程と、前記レジストを現像する工程とを備えて成ることを特徴とするレチクル製造方法を提供するものである。特に、前記レジストは真空紫外光に対して透過しないことを特徴とする上記のレチクル製造方法を提供する。また望ましくは、前記レジストを露光する工程は電子ビームにより描画することを特徴とする上記のレチクル製造方法を提供する。さらに本発明は、前記レジストを現像する工程の後に、前記レジストを加熱処理する工程を加えることを特徴とする上記のレチクル製造方法を提供する。

## 【0007】

【作用】本発明では、ガラス基板上に真空紫外光に対して透過性を示さないレジストを塗布し、露光、現像し、レジストパターンを形成して、レチクルを製造する。レジストパターンが真空紫外光に対して透過性を示さないから、真空紫外光を用いたフォトリソグラフィにおいては、このレジストパターンがレチクルの遮光部にそのまま成り得る。つまり、真空紫外光を透過しないレジストパターンで形成したレチクルは、従来におけるCr薄膜で形成したレチクルと同様に、高コントラストのパター

ン転写が可能となる。従って、従来法の工程がCr薄膜堆積、電子ビームリソグラフィ、ウェットエッチング、レジスト除去の4工程であるのに対して、本発明のレチクルの製造方法は電子ビームリソグラフィの1工程のみであり、工程数を従来より少なくすることができる。また、従来法ではCr薄膜のウェットエッチングの工程において、等方性エッチングの性質上、レジストパターン寸法と最終的に形成されるCrパターンとの寸法シフトが生じるため、加工精度が悪いという問題点があったが、本発明ではエッチング工程がないため、より高精度にレチクルを製造することができる。また本発明ではガラス基板上に形成したレジストパターンを加熱処理することによって、レジストパターンを硬化させるため、真空紫外光の照射による損傷を防止することができる。

【0008】従って、本発明を用いることによって、真空紫外光を用いたフォトリソグラフィにおいて、簡易で、高精度なレチクル製造に有効に作用する。

【0009】

【実施例】以下本発明の一実施例のレチクル製造方法について、図面を参照しながら説明する。ここでは、真空紫外光を用いた、特にArFエキシマレーザを用いたフォトリソグラフィにおけるレチクルの構造とレチクル製造方法について説明する。

【0010】(図1)は本発明の実施例におけるレチクルの構造とArFエキシマレーザ露光方法の説明図を示すものである。レチクルの構造は、石英基板11上に電子線感光レジスト12をパターン形成したものである。ArFエキシマレーザ露光方法は、上述した構造のレチクル16上にArFエキシマレーザ15を照射して、Si基板13上に塗布したArF感光レジスト14上にパターン転写を行う。(図2)に前記した電子線感光レジスト12とArF感光レジスト14の紫外透過特性を示す。図に示すように、電子線感光レジスト12はArF(193nm)に対して透過率がほぼ0%になるようなものを用いて、ArF感光レジスト14は80%程度の透過率のものを用いた。このようにして、電子線感光レジスト12はArF(193nm)に対して透過しない材料を選択することにより、ArFエキシマレーザリソグラフィにおいて高コントラストの転写が可能となる。

【0011】(図3)は本発明の第1の実施例におけるレチクル製造の工程断面図を示すものである。(図2)に示すようにArF(193nm)に対して透過率がほぼ0%になるような電子線感光レジスト12を石英基板11上に膜厚500nm塗布し、90℃で60秒間電子線感光レジスト12を加熱処理した(図3(a))。石英基板11上に塗布した電子線感光レジスト12上に電子線を照射し、所望のパターンを描画し、電子線感光レジスト12を現像して、レジストパターンを形成し、レチクルを製造した(図3(b))。

【0012】以上のように、本実施例によれば、石英基

板上に形成したレジストパターンがArFエキシマレーザに対して透過性を示さないから、ArFエキシマレーザを用いたフォトリソグラフィにおいては、このレジストパターンがレチクルの遮光部にそのまま成り得る。つまり、本実施例におけるArFエキシマレーザを透過しないレジストパターンで形成したレチクルは、従来におけるCr薄膜で形成したレチクルと同様に、高コントラストのパターン転写が可能となった。従って、従来法の工程が石英基板上のCr薄膜堆積、電子ビームリソグラフィによるパターン形成、Cr薄膜のウェットエッチング、レジスト除去の4工程であるのに対して、本実施例のレチクルの製造方法は電子ビームリソグラフィによるパターン形成の1工程のみであり、工程数を従来より少なくすることができた。また、従来法ではCr薄膜のウェットエッチングの工程において、等方性エッチングの性質上、レジストパターン寸法と最終的に形成されるCrパターンとの寸法シフトが生じるため、加工精度が悪いという問題点があったが、本実施例ではエッチング工程がないため寸法シフトの問題がなく、より高精度にレチクルを製造することができた。

【0013】なお、本実施例において、真空紫外光、特にArFエキシマレーザ(193nm)を光源にしたフォトリソグラフィにおけるレチクルの構造と製造方法を示したが、他の波長の光を光源にした場合においても同様に石英基板上にパターン形成したレジストが光源として用いる光に対して透過率がほぼ0%にさえなればよい。また、本実施例では石英基板上のレジストのパターン形成に電子ビームリソグラフィを用いたが、レジストが本レチクルのパターン転写の光源として用いる光に対して透過率がほぼ0%になるという条件を満たしていればフォトリソグラフィを用いてもよい。また、本実施例では基板に石英を用いたが、本レチクルのパターン転写の光源として用いる光に対して透過率が十分に高ければ他のガラス材料を用いてもよい。

【0014】(図4)は本発明の第2の実施例におけるレチクル製造の工程断面図を示すものである。(図2)に示すようにArF(193nm)に対して透過率がほぼ0%になるような電子線感光レジスト12を石英基板11上に膜厚500nm塗布し、90℃で60秒間電子線感光レジスト12を加熱処理した(図4(a))。石英基板11上に塗布した電子線感光レジスト12上に電子線を照射し、所望のパターンを描画し、電子線感光レジスト12を現像して、レジストパターンを形成した(図4(b))。パターン形成した電子線感光レジスト12上に遠紫外線41を照射して、電子線感光レジスト12を200℃で120秒間加熱処理して、電子線感光レジスト12を硬化させて、レチクルを製造した(図4(c))。

【0015】以上のように、本実施例によれば、石英基板上に形成したレジストパターンがArFエキシマレー

ザに対して透過性を示さないから、A r Fエキシマレーザを用いたフォトリソグラフィにおいては、このレジストパターンがレチクルの遮光部にそのまま成り得る。つまり、本実施例におけるA r Fエキシマレーザを透過しないレジストパターンで形成したレチクルは、従来におけるC r 薄膜で形成したレチクルと同様に、高コントラストのパターン転写が可能となった。従って、従来法の工程が石英基板上のC r 薄膜堆積、電子ビームリソグラフィによるパターン形成、C r 薄膜のウェットエッチング、レジスト除去の4工程であるのに対して、本実施例のレチクルの製造方法は電子ビームリソグラフィによるパターン形成の1工程のみであり、工程数を従来より少なくすることができた。また、従来法ではC r 薄膜のウェットエッチングの工程において、等方性エッチングの性質上、レジストパターン寸法と最終的に形成されるC r パターンとの寸法シフトが生じるため、加工精度が悪いという問題点があったが、本実施例ではエッチング工程がないため寸法シフトの問題がなく、より高精度にレチクルを製造することができた。また特に、本実施例では、レジストパターン形成した後、レジスト上に遠紫外線を照射して、レジストを硬化したため、A r Fエキシマレーザ照射による損傷がなく、レチクルの信頼性を向上することができた。

【0016】なお、本実施例において、真空紫外光、特にA r Fエキシマレーザ（193 nm）を光源にしたフォトリソグラフィにおけるレチクルの構造と製造方法を示したが、他の波長の光を光源にした場合においても同様に石英基板上にパターン形成したレジストが光源として用いる光に対して透過率がほぼ0%にさえなればよい。また、本実施例では石英基板上のレジストのパターン形成に電子ビームリソグラフィを用いたが、レジストが本レチクルのパターン転写の光源として用いる光に対して透過率がほぼ0%になるという条件を満たしていればフォトリソグラフィを用いてもよい。また、本実施例では基板に石英を用いたが、本レチクルのパターン転写の光源として用いる光に対して透過率が十分に高ければ他のガラス材料を用いてもよい。また、本実施例ではレジストパターンの硬化に遠紫外線の照射を行ったが、基板を直接加熱してレジストパターンを硬化させてもよい。

【0017】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のレチクル

およびレチクル製造方法によれば、ガラス基板上に真空紫外光に対して透過性を示さないレジストを塗布し、露光、現像し、レジストパターンを形成し、パターン形成したレジストをそのまま真空紫外光を光源に用いたフォトリソグラフィにおけるレチクルとして用いるため、従来法のC r 薄膜を用いたレチクルの製造工程より工程数を減少させることができる。この工程数の減少によりレチクル製造コストの削減に大きく貢献する。また、従来法ではC r 薄膜のウェットエッチングの工程において、等方性エッチングの性質上、レジストパターン寸法と最終的に形成されるC r パターンとの寸法シフトが生じるため、加工精度が悪いという問題点があったが、本発明ではレジストのパターン形成の工程のみで、エッチング工程がないため寸法シフトの問題がなく、より高精度にレチクルを製造することができる。また特に、本発明において、パターン形成したレジストを加熱処理する工程は、レジストを硬化させ、真空紫外光の照射による損傷を防止することができ、信頼性の高いレチクルの製造に寄与することができる。従って、本発明を用いることによって、真空紫外光を用いたフォトリソグラフィにおいて、低コストで、高精度なレチクル製造に有効に作用するので、超高密度集積回路の製造に大きく寄与することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例におけるレチクルの構造とA r Fエキシマレーザ露光方法の説明図

【図2】図1におけるA r F感光レジストと電子線感光レジストの紫外透過特性図

【図3】本発明の第1の実施例におけるレチクル製造の工程断面図

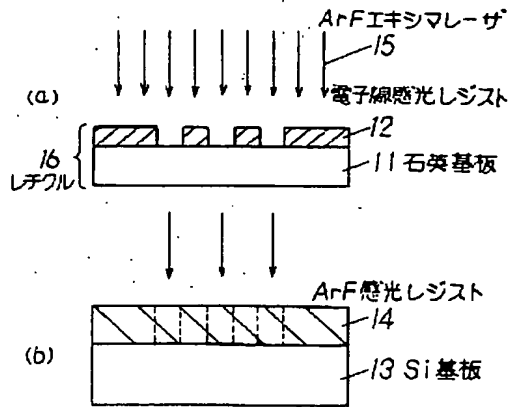
【図4】本発明の第2の実施例におけるレチクル製造の工程断面図

【図5】従来のレチクル製造の工程断面図

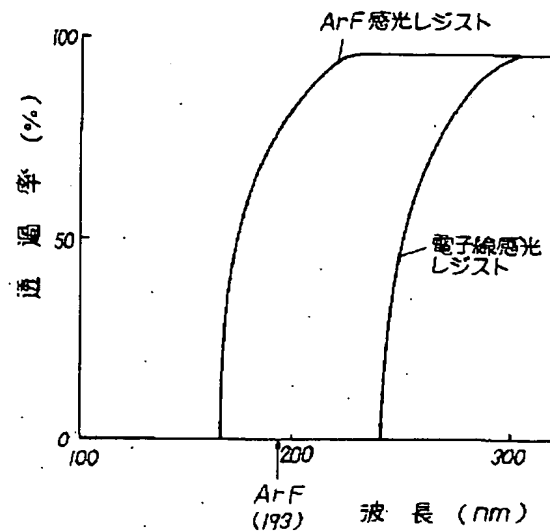
【符号の説明】

- 1 1 石英基板
- 1 2 電子線感光レジスト
- 1 3 シリコン基板
- 1 4 A r F感光レジスト
- 1 5 A r Fエキシマレーザ
- 1 6 レチクル
- 4 1 遠紫外線
- 5 1 C r 薄膜

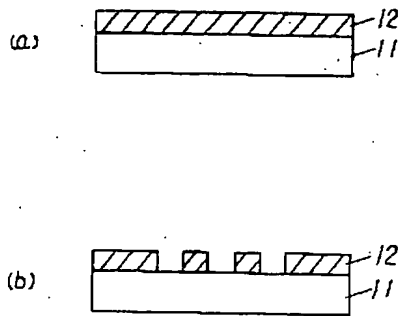
【図1】



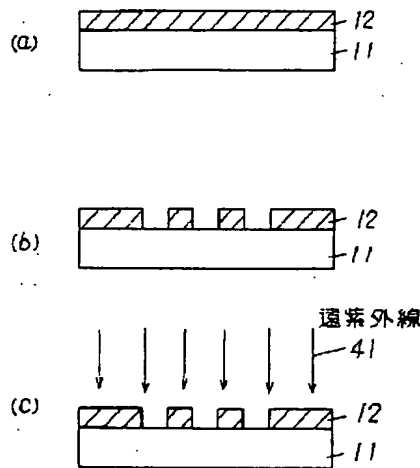
【図2】



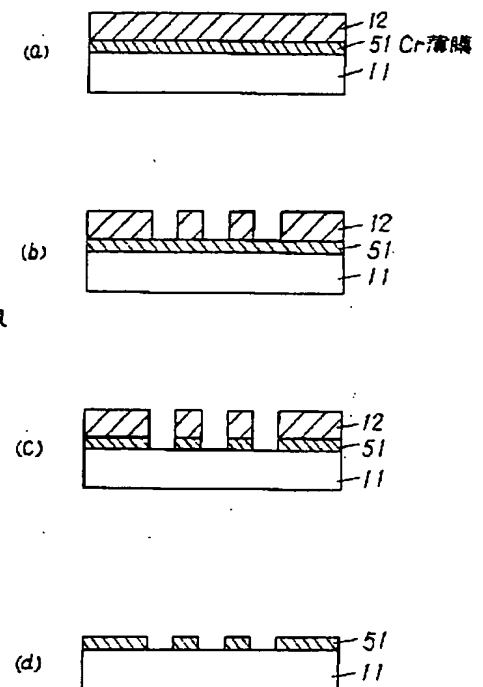
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 谷 美幸  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 笹子 勝  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

JP-A 5-289307

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

5 [Field of the Invention]

The present invention relates to photolithography for a semiconductor device and, particularly, to the structure of a reticle and a process for producing a reticle in photolithography using vacuum ultraviolet light as a light  
10 source.

[0002]

[Related Art]

Photolithography has high throughput and makes it possible to form a fine pattern as it uses a reticle to reduce  
15 a pattern in a step-and-repeat manner and project the reduced pattern. Therefore, it is an essential technology for the mass-production of LSI's. When the wavelength of light is represented by  $\lambda$  and the numerical aperture of a lens is represented by NA, the resolution R of  
20 photolithography is obtained from  $R = k_1\lambda/NA$ .  $K_1$  is a constant which depends on the resist material and the process. As seen from the above expression, as the pattern dimension diminishes, photolithography using a light source having a shorter wavelength is needed. The development of  
25 VLSI is under way using i-line (365 nm) and KrF excimer laser



(248 nm) as a light source. In order to develop VLSI having a finer pattern, a stepper using a light source having a shorter wavelength (vacuum ultraviolet range) will be indispensable. For instance, a stepper using an ArF excimer laser (193 nm) is conceivable. Meanwhile, as the pattern rule is becoming finer, problems such as an increase in the production cost of a reticle and the processing accuracy of a reticle caused by a growing amount of pattern data will arise.

10 [0003]

As for the structure of a conventional reticle, a Cr thin film is deposited on a light screening portion of a glass substrate. A conventional process for producing a reticle is shown in Fig. 5. A Cr thin film 51 is deposited on a quartz substrate 11 to a thickness of 80 nm. An electron beam photosensitive resist 12 is applied to the Cr thin film 51 to a thickness of 500 nm (Fig. 5(a)). An arbitrary pattern is drawn on the electron beam photosensitive resist 12 with an electron beam and developed (Fig. 5(b)). The Cr thin film 51 is etched with an etchant prepared by dissolving ceric antimony nitrate and perchloric acid by using the electron beam photosensitive resist pattern 12 as a mask (Fig. 5(c)). The electron beam photosensitive resist 12 is removed by isotropic dry etching with O<sub>2</sub> plasma to form a reticle (Fig. 5(d)).

15  
20  
25

[0004]

[Problem to Be Solved by the Invention]

The reticle production process has a large number of steps such as the deposition of a Cr thin film, electron beam lithography, wet etching and the removal of a resist due to the above constitution, thereby boosting cost. As a size difference between the resist pattern and the finally formed Cr pattern is produced by isotropic etching in the step of wet etching the Cr thin film, when the pattern rule is further reduced, the processing accuracy of the reticle cannot be ignored.

[0005]

It is an object of the present invention to provide a process for producing a high-accuracy reticle, having a small number of steps in photolithography at a vacuum ultraviolet range.

[0006]

[Means for Solving the Problem]

The present invention provides a reticle having a structure that a resist pattern is formed on a glass substrate. Particularly, it provides the above reticle in which the resist pattern does not transmit vacuum ultraviolet light. Further, it provides a process for producing a reticle, comprising the step of applying a resist to a glass substrate, the step of exposing the resist

and the step of developing the resist. Particularly, it provides the above process for producing the reticle, wherein the resist does not transmit vacuum ultraviolet light. Desirably, it provides the above process for producing a reticle, wherein the step of exposing the resist is carried out by using an electron beam. Further, it provides the above process for producing a reticle, which further comprises the step of heating the resist.

[0007]

10 [Function]

In the present invention, a resist which does not transmit vacuum ultraviolet light is applied to a glass substrate, exposed and developed to form a resist pattern, thereby producing a reticle. Since the resist pattern does not transmit vacuum ultraviolet light, this resist pattern can become the light screening portion of a reticle in photolithography using vacuum ultraviolet light as it is. That is, a reticle formed with a resist pattern which does not transmit vacuum ultraviolet light makes possible the transfer of a high-contrast pattern like a reticle formed with a Cr thin film in the prior art. Therefore, the production process of the prior art consists of four steps - the deposition of a Cr thin film, electron beam lithography, wet etching and the removal of a resist, whereas the reticle production process of the present

invention consists of only one step of electron beam lithography, thereby making it possible to greatly reduce the number of steps. In the prior art, there is a size difference between a resist pattern and the finally formed Cr pattern in the step of wet etching a Cr thin film due to the property of isotropic etching, thereby deteriorating processing accuracy. In contrast to this, since the present invention has no etching step, a reticle can be produced with higher accuracy. Since the resist pattern formed on the glass substrate is cured by heating in the present invention, damage by the irradiation of vacuum ultraviolet light can be prevented.

[0008]

Therefore, a high-accuracy reticle can be effectively produced in photolithography using vacuum ultraviolet light simply by applying the present invention.

[0009]

[Embodiments]

The process for producing a reticle according to an embodiment of the present invention will be described with reference to the accompanying drawings. The structure of a reticle and the process for producing a reticle in photolithography using vacuum ultraviolet light, particularly an ArF excimer laser will be described herein.

[0010]

(Figs. 1) show the structure of a reticle and an ArF excimer laser exposure method in the embodiment of the present invention. As for the structure of a reticle, an electron beam photosensitive resist pattern 12 is formed on a quartz substrate 11. As for the ArF excimer laser exposure method, the reticle 16 having the above structure is exposed to light from an ArF excimer laser 15 to transfer a pattern to an ArF photosensitive resist 14 applied to an Si substrate 13. (Fig. 2) shows the ultraviolet light transmission characteristics of the electron beam photosensitive resist 12 and the ArF photosensitive resist 14. As shown in the figure, the electron beam photosensitive resist 12 has a transmittance of almost 0 percent for ArF (193 nm) and the ArF photosensitive resist 14 has a transmittance of about 80 percent. Thus, the electron beam photosensitive resist 12 is made from a material which does not transmit ArF (193 nm), thereby making possible the transfer of a high-contrast pattern in ArF excimer laser lithography.

[0011]

(Figs. 3) are sectional views showing the production process of a reticle according to a first embodiment of the present invention. As shown in (Fig. 2), an electron beam photosensitive resist 12 which has a transmittance of almost 0 percent for ArF (193 nm) is applied to a quartz substrate 11 to a thickness of 500 nm and heated at 90°C for 60 seconds

(Fig. 3(a)). The electron beam photosensitive resist 12 formed on the quartz substrate 11 is exposed to an electron beam to draw a desired pattern and developed to form a resist pattern, thereby producing a reticle (Fig. 3(b)).

5 [0012]

As described above, according to this embodiment, since the resist pattern formed on the quartz substrate does not transmit ArF excimer laser light, in photolithography using an ArF excimer laser, the resist pattern can become  
10 the light screening portion of the reticle as it is. That is, the reticle formed with the resist pattern which does not transmit ArF excimer laser light in this embodiment makes possible the transfer of a high-contrast pattern like a reticle formed with a Cr thin film in the prior art.  
15 Therefore, the process of the prior art consists of four steps - the deposition of a Cr thin film on a quartz substrate, the formation of a pattern by electron beam lithography, the wet etching of the Cr thin film and the removal of a resist, whereas the reticle production process  
20 of this embodiment consists of only one step of forming a pattern by electron beam lithography, thereby making it possible to greatly reduce the number of steps. Since a size difference between the resist pattern and the finally formed Cr pattern is produced due to the property of  
25 isotropic etching in the step of wet etching the Cr thin film

in the prior art process, the processing accuracy is low. As there is no etching step in this embodiment, there is no size difference and a reticle can be produced with high accuracy.

5 [0013]

In this embodiment, there have been described the structure of a reticle and the reticle production process in photolithography using vacuum ultraviolet light, particularly an ArF excimer laser (193 nm) as a light source. Even when light having another wavelength is used as a light source, a resist pattern formed on a quartz substrate must have a transmittance for light as a light source of almost 0 percent as well. Although electron beam lithography is used to form a resist pattern on the quartz substrate in this embodiment, photolithography may be used if a resist has a transmittance for light used as a light source for the transfer of the reticle pattern of almost 0 percent. Although the substrate of this embodiment is made from quartz, another glass material may be used if it has a sufficiently high transmittance for light used as a light source for the transfer of the reticle pattern.

[0014]

(Fig. 4) is a sectional view showing the process for producing a reticle according to a second embodiment of the present invention. As shown in (Fig. 2), an electron beam

photosensitive resist 12 which has a transmittance for ArF (193 nm) of almost 0 percent is applied to a quartz substrate 11 to a thickness of 500 nm and heated at 90°C for 60 seconds (Fig. 4(a)). The electron beam photosensitive resist 12 formed on the quartz substrate 11 is exposed to an electron beam to form a desired pattern and developed to form a resist pattern (Fig. 4(b)). The electron beam photosensitive resist pattern 12 is exposed to far ultraviolet radiation 41 and heated at 200°C for 120 seconds to be cured, thereby producing a reticle (Fig. 4(c)).

[0015]

As described above, according to this embodiment, since the resist pattern formed on the quartz substrate does not transmit ArF excimer laser light, in photolithography using an ArF excimer laser, this resist pattern can become the light screening portion of a reticle as it is. That is, a reticle formed with a resist pattern which does not transmit ArF excimer laser light in this embodiment enables the transfer of a high-contrast pattern like a reticle formed with a Cr thin film in the prior art. Therefore, the production process of the prior art consists of four steps - the deposition of a Cr thin film on the quartz substrate, the formation of a pattern by electron beam lithography, the wet etching of the Cr thin film and the removal of the resist, whereas the reticle production process of this embodiment



consists of only one step of forming a pattern by electron beam lithography, thereby making it possible to reduce the number of steps. In the step of wet etching the Cr thin film in the prior art process, a size difference between the resist pattern and the finally formed Cr pattern is produced due to the property of isotropic etching, thereby deteriorating the processing accuracy. In this embodiment, there is no size difference as there is no etching step, thereby making it possible to produce a reticle with higher accuracy. Particularly in this embodiment, after the formation of a resist pattern, the resist is exposed to far ultraviolet radiation to be cured, whereby the resist is not damaged by exposure to ArF excimer laser light and the reliability of the reticle can be improved.

[0016]

In this embodiment, there have been described the structure of the reticle and the reticle production process in photolithography using vacuum ultraviolet light, particularly ArF excimer laser light (193 nm). When light having another wavelength is used as a light source, the resist pattern formed on the quartz substrate must have a transmittance for light used as a light source of almost 0 percent as well. Although electron beam lithography is used to form a resist pattern on the quartz substrate in this embodiment, photolithography may be used if the resist has

a transmittance for light used as a light source for the transfer of the reticle pattern of almost 0 percent.

Although a quartz substrate is used in this embodiment, another glass material may be used if it has a sufficiently high transmittance for light used as a light source for the transfer of the reticle pattern. Although exposure to far ultraviolet radiation is used to cure the resist pattern in this embodiment, the substrate may be directly heated to cure the resist pattern.

10 [0017]

[Effect of the Invention]

As described above, according to the reticle and the reticle production process of the present invention, a resist which does not transmit vacuum ultraviolet light is applied to a glass substrate, exposed to light and developed to form a resist pattern, and the formed resist pattern is directly used as a reticle in photolithography using vacuum ultraviolet light as a light source. Therefore, the number of steps of the process for producing a reticle can be made smaller than the process of the prior art which uses a Cr thin film. This reduction in the number of steps greatly contributes to a cutback in the reticle production cost. In the step of wet etching the Cr thin film in the prior art process, a size difference between the resist pattern and the finally formed Cr pattern is produced due to the property

15  
20  
25

of isotropic etching, thereby deteriorating the processing accuracy. In the present invention, as the reticle production process consists of only the step of forming a resist pattern and does not have an etching step, it has no size difference problem, thereby making it possible to produce a reticle with high accuracy. Particularly, the step of heating the formed resist pattern in the present invention can cure the resist, prevent damage by exposure to vacuum ultraviolet light and contribute to the production of a reticle having high reliability. Therefore, the present invention serves effectively for the production of a high-accuracy reticle at a low cost in photolithography using vacuum ultraviolet light, thereby greatly contributing to the production of VLSI.

[Brief Description of the Drawings]

[Fig. 1]

This is a diagram for explaining the structure of a reticle and the method of exposing the reticle to ArF excimer laser light in a first embodiment of the present invention.

[Fig. 2]

This is a diagram of ultraviolet light transmission characteristics of an ArF photosensitive resist and an electron beam photosensitive resist in Fig. 1.

[Fig. 3]

This is a sectional view showing the process for producing a reticle in the first embodiment of the present invention.

[Fig. 4]

5 This is a sectional view showing the process for producing a reticle in a second embodiment of the present invention.

[Fig. 5]

This is a sectional view showing the process for  
10 producing a reticle in the prior art.

[Explanation of Reference Symbols]

11 quartz substrate

12 electron beam photosensitive resist

13 silicon substrate

15 14 ArF photosensitive resist

15 ArF excimer laser

16 Reticle

41 far ultraviolet radiation

51 Cr thin film